

Rotary heat engine

Publication number: DE19814742

Publication date: 2000-01-05

Inventor: STERK MARTIN (DE)

Applicant: STERK MARTIN (DE)

Classification:

- International: **F01C1/077; F02G1/044; F02B53/00; F01C1/00; F02G1/00; F02B53/00; (IPC1-7): F02G1/044; F01C1/063**

- European: **F01C1/077; F02G1/044**

Application number: DE19981014742 19980402

Priority number(s): DE19981014742 19980402

Report a data error here

Abstract of DE19814742

A rotary heat engine operating on the principles of a Stirling engine has pairs of pistons (1,2) moving rotationally and reciprocally in a circular bore to form four cylinder spaces (8,9,11,12). The design is simplified with the pistons and bore with circular symmetry and with the individual cylinder/piston units sharing common heating systems, heat storage and cooling and with the torque taken via a single output. The differences in mass of the pistons and of the transmission are corrected by inserting ballast masses or by cut-outs.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



- 21 Aktenzeichen: 198 14 742.2-22
22 Anmeldetag: 2. 4. 1998
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 1. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Stern, Martin, 88521 Ertingen, DE

74 Vertreter:
Bender, E., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 88400 Biberach

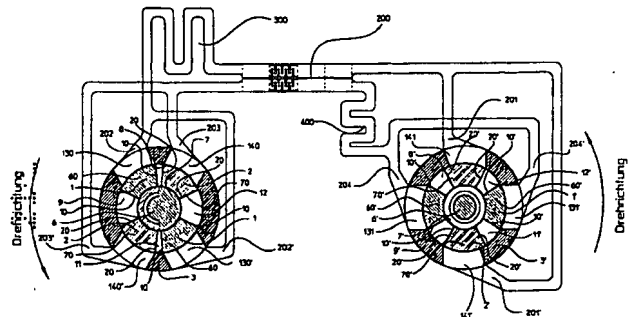
72 Erfinder:
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 196 35 976 A1
DE 44 29 877 A1
DE 43 17 690 A1
DE 40 10 206 A1
DE 297 02 897 U1
DE 197 40 133

54 Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung

57 Bei einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung (100), zusammengesetzt aus zwei Einheiten mit jeweils zwei gegeneinander beweglich gelagerten Kolben (1, 2), die in jeweils einem Zylinder (3) drehbar gelagert sind, wobei die Symmetrieachsen (4, 5) der Kolben (1, 2) und des Zylinders (3) kollinear verlaufen, und die Kolben (1, 2) so gelagert sind, daß sie gegeneinander beweglich sind, wobei eine Mehrzahl wirksamer Hubräume (8, 9, 11, 12) zwischen jeweils zwei radialen Grenzflächen (10, 20) der beiden jeweiligen Kolben (1, 2) ausgebildet ist, die bei Betrieb des Motors (100) mit Bezug aufeinander eine Schwingbewegung ausführen, und eine Einrichtung (110) vorgesehen ist, die bewirkt, daß der Schwingbewegung eine Kreisbewegung beider Kolben (1, 2) überlagert ist, werden Wärmeverluste verringert und es wird die Energie der Expansionsgase zu einem hohen Anteil in kinetische Energie dadurch gewandelt, daß die beiden Einheiten so angeordnet sind, daß ein Teil der Einrichtung (110), von dem die Drehkraft des Kreiskolbenmotors (100) abnehmbar ist, von beiden Einheiten betrieben ist, und eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung und eine Kühleinrichtung in Verbindung mit einem Rohrsystem vorgesehen sind, durch das Einlaßschlitze und Auslaßschlitze der Hubräume des mindestens einen Zylinders (3) der Einheiten miteinander verbunden sind.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung, zusammengesetzt aus zwei Einheiten mit jeweils zwei gegeneinander beweglich gelagerten Kolben, die in jeweils einem Zylinder drehbar gelagert sind, wobei die Symmetrieachsen der Kolben und des Zylinders kollinear verlaufen, und die Kolben so gelagert sind, daß sie gegeneinander beweglich sind, wobei eine Mehrzahl wirksamer Arbeitsräume zwischen jeweils zwei radialen Grenzflächen der beiden jeweiligen Kolben ausgebildet ist, die bei Betrieb des Motors mit Bezug aufeinander eine Schwingbewegung ausführen, und eine Einrichtung vorgesehen ist, die bewirkt, daß der Schwingbewegung eine Kreisbewegung beider Kolben überlagert ist.

Als Kreiskolbenmotoren sind beispielsweise Wankel-Motoren bekannt. Bei diesen Motoren ist ein mit einer Mehrzahl abgerundeter Flächen ausgebildeter Kolben in einem Zylinder gelagert, dessen Innenwandung nicht kreisförmig ausgebildet ist, sondern eine Mehrzahl konkaver Aussparungen aufweist. Die Brennkammern dieses Motors werden dabei jeweils zwischen den abgerundeten Flächen des Kolbens und entsprechenden Aussparungen des Zylinders gebildet. Der Nachteil des Wankelmotors ist vor allem sein komplizierter Zusammenbau, der einen hohen Fertigungsaufwand erfordert. Ein weiteres Problem stellt die Abdichtung des Motors dar. Bereits sehr kleine Undichtheiten führen zu einer Verringerung der Motorleistung, zu einer Erhöhung der toxischen Anteile in den Abgasen und zu einem erhöhten Treibstoff- und Ölverbrauch.

Ein Kreiskolbenmotor der eingangs genannten Art ist aus DE 197 40 133.3-15 bekannt. Dieser Kreiskolbenmotor weist einen Hubraum bzw. Arbeitsraum auf, der gegenüber demjenigen des Wankel-Motors vergrößert ist und den Vorteil ausweist, daß seine Brennkammern leicht abdichtbar, leicht befüllbar und entleerbar sind, und die Expansionsenergie der Verbrennungsgase bzw. Arbeitsgase zu einem hohen Anteil an kinetische Energie gewandelt wird.

Desweiteren sind im Stand der Technik sogenannte Stirlingmotoren bekannt. Dabei handelt es sich um Wärmekraftmaschinen, bei denen mindestens ein in einem Zylinder reziprozierbar gelagerter Kolben durch Gase bewegt wird, deren Temperatur über eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung und eine Kühleinrichtung zyklisch verändert wird. Nachteilig bei derartigen Motoren sind Wärmeverluste, die aufgrund der zyklischen Temperaturänderungen der Gase in Verbindung mit schwer herbeiführbarer Abdichtbarkeit der Gase, aufgrund der in den Motoren vorherrschenden hohen Drücke. Die Lebensdauer derartiger Motoren ist darüberhinaus aufgrund einer hohen Belastung und damit verbundenen raschen Abnutzung der Motorenbauteile sehr begrenzt. Der Wirkungsgrad der meisten bisher bekannten Stirlingmotoren ist außerdem durch den Wirkungsgrad des Regenerators auf physikalische Weise begrenzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine auf dem Prinzip des Stirlingmotors basierende Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung zu schaffen, bei der die Wärmeverluste im Vergleich mit einem herkömmlichen Stirlingmotor verringert sind, und bei der die Energie der Expansionsgase zu einem hohen Anteil in kinetische Energie wandelbar ist.

Für einen Kreiskolbenmotor der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die beiden Einheiten so angeordnet sind, daß ein Teil der Einrichtung, von dem die Drehkraft des Kreiskolbenmotors abnehmbar ist, von beiden Einheiten betrieben ist, und eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung und eine Kühleinrichtung in Verbindung mit einem Rohrsystem vorgesehen sind, durch das Einlaßschlitze und Auslaßschlitze der Hubräume

des mindestens einen Zylinders der Einheiten miteinander verbunden sind.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung wird durch das Vorsehen zweier Einheiten, die so angeordnet sind, daß ein Teil der Einrichtung, von dem die Drehkraft des Kreiskolbenmotors abnehmbar ist, von beiden Einheiten betrieben ist, in Verbindung mit einer Heizeinrichtung, einer Wärmespeichereinrichtung, einer Kühleinrichtung und einem Rohrsystem, durch das Einlaßschlitze und Auslaßschlitze der Hubräume des mindestens einen Zylinders der Einheiten miteinander verbunden sind, erreicht, daß eine Temperaturisolierung der heißen und der kühlen Bauteile einer konventionellen Wärmekraftmaschine erreicht wird, indem durch eine ungewünschte Wärmeübertragung von einer Einheit auf die andere Einheit des erfindungsgemäßen Stirlingmotors effektiv eingedämmt bzw. verhindert wird und somit der Wirkungsgrad entscheidend verbessert ist.

Im Vergleich zu herkömmlichen Stirlingmotoren weist der erfindungsgemäße Motor einen einfacheren konstruktiven Aufbau auf. Um die Motorsteuerung zu regeln, werden keine Teile wie Ventile, Nockenwelle oder Kurbelwelle benötigt. Alle wesentlichen Bauteile des Motors haben gut anschließbare zylindrische Oberflächen und können mit hoher Präzision unter geringen Kosten hergestellt werden. Die Abdichtung des Motors bereitet ebenfalls keine Probleme. Mit herkömmlichen Dichtungselementen kann eine nahezu absolute Dichtheit erreicht werden. Dadurch ist es möglich, die Fertigungskosten beträchtlich zu senken. Weitere Vorteile des Motors sind seine geringen Abmessungen, eine besonders wirksame Ausgestaltung eines Regenerators, des Gasverlaufs und der Optimierungsmöglichkeiten durch Hubgeschwindigkeitsänderungen, und gezielte Ablaufstörungen.

Der erfindungsgemäße Motor ist ein in einem Kreisprozess arbeitender Drehkolbenmotor, der wahlweise mit einer Mehrzahl von Arbeitsräumen ausrüstbar ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreiskolbenmotors sind 2 Einheiten, bestehend aus Kolben, Zylinder und Zylinderstirnseiten durch eine Steuerungseinrichtung miteinander verbunden.

Vorzugsweise sind dabei in jeder Einheit des erfindungsgemäßen Motors zwei Kolben mit jeweils zwei Kolbenflügeln vorgesehen, wobei zwischen den jeweiligen Grenzflächen der insgesamt vier Kolbenflügel jeder Einheit vier Arbeitsräume gebildet sind, und bei einer Umdrehung der Arbeitswelle vier zweifache Arbeitsvorgänge vorgesehen sind.

Vorzugsweise werden bei dem erfindungsgemäßen Motor unterschiedliche Massen der Kolben durch Aussparungen und/oder Zusatzmassen an den Kolben und/oder den Zahnradern ausgeglichen. Dadurch wird die Laufruhe des Motors erhöht, sowie die Belastung der Bauteile gesenkt.

Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Kreiskolbenwärmemotor bei jeder Einheit die Achse des einen Kolbens als Vollstange ausgebildet und die Achse des anderen Kolbens als Hohlstange ausgebildet, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, daß die Vollstange des einen Kolbens in ihr kollinear ausgerichtet beweglich gelagert ist. Dadurch wird erreicht, daß eine gegenseitige Beweglichkeit der beiden Kolben mit kollinear verlaufenden Achsen auf einfache und gleichzeitig robuste Weise hergestellt ist.

Die Einrichtung zum Bewirken einer der Schwingbewegung (ca. 60°) der Kolben überlagerten Kreisbewegung weist vorzugsweise sechs ovale Zahnräder auf, deren Hauptachsen jeweils paarweise senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Dabei sind vorzugsweise jeweils zwei senk-

recht aufeinanderstehende Ovalzahnäder jeweils einem Zylinder zugeordnet, und die zwei anderen senkrecht aufeinanderstehenden Ovalzahnäder einer Arbeitswelle zur Abgabe der Motorleistung zugeordnet. Die vier Ovalzahnäder der Zylinder sind dabei jeweils mit entsprechenden, jeweils senkrecht auf ihnen stehend angeordneten Ovalzahnädern der Arbeitswelle verbunden. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Achse des einen Kolbens mit einem ersten ovalen Zahnrad verbunden ist und die Achse des anderen Kolbens mit einem zweiten ovalen Zahnrad verbunden ist, wobei diese ovalen Zahnäder kollinear hintereinander angeordnet sind und die Hauptachsen dieser ovalen Zahnäder senkrecht aufeinanderstehen. Dabei sind vorzugsweise das erste und zweite ovale Zahnrad über ein drittes und viertes ovales Zahnrad miteinander verbunden, wobei das dritte und vierte ovale Zahnrad kollinear hintereinander auf einer Achse angeordnet sind, wobei die Hauptachsen des dritten und vierten ovalen Zahnrades senkrecht aufeinanderstehen.

Vorzugsweise ist einer jeden Einheit eine Mehrzahl von Ein-, und Auslaßschlitzen zugeordnet.

Vorzugsweise weisen die beiden Zylinder des erfindungsgemäßen Motors unterschiedlich dimensionierte und unterschiedlich angeordnete Zylinderwandabschnitte zwischen den respektiven Einlaß- und Auslaßöffnungen auf. Bei einem ersten Zylinder des erfindungsgemäßen Motors ist vorzugsweise zwischen einem ersten Einlaßschlitz eines Einlaßschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslaßschlitz eines Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die nur wenige Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlaßschlitz des Einlaßschlitzpaares und einem anderen Auslaßschlitz des Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die ca. 60 Winkelgrad umspannt.

Bei einem zweiten Zylinder des erfindungsgemäßen Motors ist desweiteren vorzugsweise zwischen einem ersten Einlaßschlitz eines Einlaßschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslaßschlitz eines Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die ca. 30 Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlaßschlitz des Einlaßschlitzpaares und einem anderen Auslaßschlitz des Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die ebenfalls ca. 30 Winkelgrad umspannt.

Die Asymmetrie zwischen den Ein- und Auslaßöffnungen des ersten Zylinders und des zweiten Zylinders bewirkt bei dem erfindungsgemäßen Motor einen zeitkorrekten Transport des Arbeitsgases von einem Zylinder zum anderen. Dieser Vorgang erzeugt die Arbeitsleistung des Motors.

Vorzugsweise ist die jeweilige Winkelposition der Schlitze so vorgesehen, daß sie jeweils mit der Position der jeweiligen Brennkammer übereinstimmt, die durch die jeweiligen Grenzflächen der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel gebildet ist, so daß eine zeitlich korrekte Füllung bzw. Entleerung der Arbeitsräume bewirkt wird.

Die Grenzflächen der Kolben sind vorzugsweise jeweils ebenfalls gradlinig ausgebildet, wobei zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen der Kolben jeweils gleiche Abstände vorgesehen sind.

Mit der gradlinigen Ausbildung des Einlaßschlitzes und des Auslaßschlitzes wird in Verbindung mit einer gradlinigen Ausbildung der Grenzflächen der Kolben ein Schwingverhalten der Kolben innerhalb des Zylinders bewirkt, bei dem die jeweiligen Arbeitskammern sich so ausdehnen, daß zuerst in einem ersten Takt der erste Kolben um ca. 60° in Richtung vorwärts schwingt, und der zweite Kolben um ca. 120° in Richtung vorwärts schwingt, woraufhin in einem zweiten Takt der erste Kolben um ca. 120° in Richtung vorwärts schwingt und der zweite Kolben um ca. 60° in Richtung vorwärts schwingt.

Mit diesem Schwingverhalten einher geht eine Ausbil-

dung des jeweils ersten und zweiten ovalen Zahnrades derart, daß das Verhältnis der Länge der Längsachse zur Länge der Breitachse eines jeden Zahnrades ca. 2 : 1 beträgt. Alternativ ist es möglich, ein Zahnradpaar rund auszubilden, und im Ausgleich dazu das andere Zahnradpaar mit einem Verhältnis der Länge der Längsachse zu der Länge der Breitachse von ca. 4 : 1 zu versehen.

Bei einer gewollten Veränderung des Hubwinkelbereichs muß eine Änderung der Ovalizität der Zahnäder vorgenommen werden, sowie die Ein- und Auslaßschlitze den Kolbengrenzflächen angepaßt werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Motor sind jeweils das erste und zweite ovale Zahnrad vorzugsweise über ein drittes und viertes ovales Zahnrad miteinander verbunden, die kollinear hintereinander auf einer Achse angeordnet sind und deren Hauptachsen senkrecht aufeinander stehen.

Bei dem erfindungsgemäßen Motor sind vorzugsweise die Grenzflächen der Kolben gradlinig ausgebildet derart, daß zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen der Kolben jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Motor ist die jeweilige Winkelposition der Einlaßöffnungen vorzugsweise so vorgesehen, daß sie jeweils mit der Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel gebildet ist, so daß eine zeitlich korrekte Füllung der Arbeitskammern bewirkt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Motor ist die jeweilige Winkelposition der Auslaßöffnungen vorzugsweise so vorgesehen, daß sie jeweils mit der Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel gebildet ist, so daß eine zeitlich korrekte Entleerung der Arbeitskammern bewirkt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Motor sind die beispielsweise vier gegeneinander beweglich gelagerten Kolben vorzugsweise in zwei unterschiedlichen Zylindern drehbar gelagert.

Bei dem erfindungsgemäßen Motor ist es zum Zweck einer effektiven und schnellen Wirkungsminde- rung bzw. Wirkungserhöhung entsprechend einer Kraftminderung oder Krafterhöhung des Motors vorteilhaft, zwischen einer heißen Leitung und einer kalten Leitung des erfindungsgemäßen Motors eine Überbrückungsleitung vorzusehen, die über eine Ventileinrichtung aktivierbar bzw. inaktivierbar ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Motors ist eine Rohrverbindungen zwischen den Hubräumen als Zweikreisssystem ausgebildet.

Die Heißeleitung und die Kalteleitung des Rohrsystems können bei dem erfindungsgemäßen Motor getrennt ausgeführt sein.

Der erfindungsgemäße Motor kann ohne zusätzliche Bauteile das Bauschema eines ventilgesteuerten Stirlingmotors aufweisen.

Das Arbeitsgas nimmt bei dem erfindungsgemäßen Motor in einem jeweiligen Rohrabschnitt vorzugsweise immer die gleiche Flußrichtung ein.

Der erfindungsgemäße Motor ist unter Zuführung von mechanischer Energie als Wärmepumpe verwendbar.

Der erfindungsgemäße Motor ist darüberhinaus unter Zuführung von mechanischer Energie auch als Kältemaschine verwendbar.

Der erfindungsgemäße Motor ist ebenfalls als Vuilleumiermaschine verwendbar.

Der erfindungsgemäße Motor bzw. die erfindungsgemäße Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung wird im folgenden

anhand einer bevorzugten Ausführungsform erläutert, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt ist. Es zeigen:

Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer ersten Arbeitsstellung, in einer Querschnittsansicht;

Fig. 1a die in **Fig. 1** dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer anderen Arbeitsstellung, ebenfalls in einer Querschnittsansicht;

Fig. 2 die Zylinder der in **Fig. 1** dargestellten Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer, teilweisen gebrochenen, Ansicht von schräg oben;

Fig. 2a eine erste Kolbenhälfte eines Zylinders der in **Fig. 1** dargestellten Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer Ansicht von schräg unten;

Fig. 2b eine zweite Kolbenhälfte eines Zylinders der in **Fig. 1** dargestellten Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer Ansicht von schräg oben;

Fig. 3 ein funktionales Blockdiagramm der in **Fig. 1** dargestellten Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung;

Fig. 4 eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer ersten Arbeitsstellung, in einer Querschnittsansicht;

Fig. 4a eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung in einer anderen Arbeitsstellung, in einer Querschnittsansicht;

Fig. 5 die beiden Zylinder einer erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung gemäß **Fig. 1** oder **Fig. 5**, in einer Querschnittsansicht, aus der die relative Lage der Kolbenwellen und der Arbeitswelle erkennbar ist;

Fig. 6 eine Tabelle mit Anlagen 1 bis 4, aus der die Zustandsänderungen des Arbeitsgases während eines Schwingzyklus der Motorvorrichtung ersichtlich ist.

Bei der in den **Fig. 1** bis **6** dargestellten erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung **100** sind zwei Kolben **1, 2** in einem Zylinder **3** drehbar gelagert, wobei die Symmetrieachsen **4, 5** des Kolbens **1**, des Kolbens **2** und des Zylinders **3** kollinear ausgerichtet sind. Die Achse **6** des einen Kolbens **1** ist dabei als Vollstange **6** ausgebildet, und die Achse **7** des anderen Kolbens **2** ist dabei als Hohlstange ausgebildet, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, daß die Vollstange **6** drehbar in der Hohlstange **7** gelagert ist. Die Kolben **1, 2** weisen jeweils Grenzflächen **10, 20** auf, wobei zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen **10, 20** jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind. Zwischen den jeweiligen Grenzflächen **10, 20** ist eine Mehrzahl wirksamer Hubräume **8, 9, 11, 12** ausgebildet, die nach außen durch den Zylinder **3**, und an den Enden durch die Abdeckplatten **30** und **31** begrenzt sind.

Desweiteren sind bei der in den **Fig. 1** bis **6** dargestellten erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung **100** zwei Kolben **1', 2'** in einem Zylinder **3'** drehbar gelagert, wobei die Symmetrieachsen **4', 5'** des Kolbens **1'**, des Kolbens **2'** und des Zylinders **3'** kollinear ausgerichtet sind. Die Achse **6'** des einen Kolbens **1'** ist dabei als Vollstange **6'** ausgebildet, und die Achse **7'** des anderen Kolbens **2'** ist dabei als Hohlstange ausgebildet, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, daß die Vollstange **6'** drehbar in der Hohlstange **7'** gelagert ist. Die Kolben **1', 2'** weisen jeweils Grenzflächen **10', 20'** auf, wobei zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen **10', 20'** jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind. Zwischen den jeweiligen Grenzflächen **10', 20'** ist eine Mehrzahl wirksamer Hubräume **8', 9', 11', 12'** ausgebildet, die nach außen durch den Zylinder **3'**, und an den Enden durch die Abdeckplatten **30** und **31'** begrenzt sind.

Die beiden Zylinder der erfindungsgemäßen Motorvorrichtung weisen unterschiedlich dimensionierte und unter-

schiedlich angeordnete Zylinderwandabschnitte zwischen den respektiven Einlaß- und Auslaßöffnungen auf. Bei einem ersten Zylinder des erfindungsgemäßen Motors ist zwischen einem ersten Einlaßschlitz eines Einlaßschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslaßschlitz eines Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die nur wenige Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlaßschlitz des Einlaßschlitzpaares und einem anderen Auslaßschlitz des Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die ca. 60 Winkelgrad umspannt.

Bei einem zweiten Zylinder der erfindungsgemäßen Motorvorrichtung ist zwischen einem ersten Einlaßschlitz eines Einlaßschlitzpaares und einem ersten benachbarten Auslaßschlitz eines Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die nur ca. 30 Winkelgrad umspannt, und zwischen demselben Einlaßschlitz des Einlaßschlitzpaares und einem anderen Auslaßschlitz des Auslaßschlitzpaares eine Zylinderwand vorgesehen, die auch ca. 30 Winkelgrad umspannt.

Die Asymmetrie zwischen den Ein- und Auslaßöffnungen des ersten Zylinders und des zweiten Zylinders bewirken einen zeitkorrekten Transport des Arbeitsgases von einem Zylinder zum anderen derart, daß der Motor eine Arbeitsleistung zu liefern in der Lage ist.

Eine in der **Fig. 2** dargestellte Einrichtung **110** bewirkt bei der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung **100**, daß der Schwingbewegung der Kolben **1** und **2**, sowie der Kolben **1'** und **2'**, eine Kreisbewegung überlagert wird.

Die Einrichtung **110** weist sechs ovale Zahnräder **101, 102, 103, 104, 101'** und **104'** auf, deren Hauptachsen **111, 112, 113, 114, 111'** und **114'** jeweils paarweise senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Bei der Einrichtung **110** ist die Achse **7** des anderen Kolbens **2** mit einem ersten ovalen Zahnrad **101** verbunden, und die Achse **6** des einen Kolbens **1** mit einem zweiten ovalen Zahnrad **104** verbunden, wobei diese ovalen Zahnräder **101, 104** kollinear hintereinander angeordnet sind und die Hauptachsen **111, 114** dieser ovalen Zahnräder **101, 104** senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Das erste ovale Zahnrad **101** und das zweite ovale Zahnrad **104** sind dabei über ein drittes ovales Zahnrad **102** und ein viertes ovales Zahnrad **103** miteinander verbunden, wobei die Zahnräder **102** und **103** kollinear hintereinander auf einer Achse **105** angeordnet sind, wobei die jeweiligen Hauptachsen **112, 113** der Zahnräder **102, 103** senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind.

Desweiteren ist bei der Einrichtung **110** die Achse **7'** des anderen Kolbens **2'** mit einem ersten ovalen Zahnrad **101'** verbunden, und die Achse **6'** des einen Kolbens **1'** mit einem zweiten ovalen Zahnrad **104'** verbunden, wobei diese ovalen Zahnräder **101', 104'** kollinear hintereinander angeordnet sind und die Hauptachsen **111', 114'** dieser ovalen Zahnräder **101', 104'** senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind. Das erste ovale Zahnrad **101'** und das zweite ovale Zahnrad **104'** sind dabei über ein drittes ovales Zahnrad **102** und ein viertes ovales Zahnrad **103** miteinander verbunden, wobei die Zahnräder **102** und **103** kollinear hintereinander auf einer Achse **105** angeordnet sind, wobei die jeweiligen Hauptachsen **112, 113** der Zahnräder **102, 103** senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind.

Mit einer solchen Anordnung werden die Zahnräder **102** und **103** von beiden Einheiten (Zylinder **3**, und **3'**) betrieben.

Die ovalen Zahnräder **101** bis **104** sowie **101'** und **104'** weisen bezüglich der Länge ihrer Längsachsen zu der ihrer Querachsen ein Verhältnis von 2/1 auf.

Bei Betrieb der erfindungsgemäßen Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung **100** bewirkt eine Expansion eines aufgeheizten Arbeitsgases beispielsweise in dem Arbeitsraum **8** des Zylinders **3** eine Bewegung der Kolben **1, 2** in Richtung

voneinander fort. Das mit der Achse 7 des Kolbens 2 verbundene ovale Zahnrad 101 bewegt sich dabei in der Richtung desjenigen Pfeiles, der in der Fig. 2 auf seiner Oberfläche dargestellt ist. In der in Fig. 2 dargestellten Ausgangsposition bewirkt eine Drehung des Zahnrades 101 um eine kleine Winkelauslenkung eine relativ große Winkelauslenkung des auf der Achse 5 angeordneten Zahnrades 102. Das ebenfalls auf der Achse 5 angeordnete Zahnrad 103 überträgt diese Bewegung auf das mit der Achse 6 des Kolbens 1 verbundene Zahnrad 104.

Die unterschiedliche, sich wechselnde lokale Kraftübertragung der Zahnräder 101 resp. 104 bewirkt dabei, daß sich der Schwingbewegung der Kolben 1, 2 eine Kreisbewegung überlagert. Die Arbeitswelle 5 rotiert mit der durchschnittlichen Drehzahl der beiden Kolben 1 und 2. An der Verlängerung der Arbeitswelle 5 ist die Rotationsenergie des Motors mit konstanter Winkelgeschwindigkeit abnehmbar. An der Verlängerung der Welle 6 ist die Rotationsenergie des Motors mit sich pro Umdrehung vier mal ändernder Winkelgeschwindigkeit abnehmbar, wie dies beispielsweise zum Betreiben von Kompressoren wünschenswert ist.

Entsprechendes gilt für den Zylinder 3'.

Fig. 1 und 1a zeigen eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Motorvorrichtung, bei dem zwei Zylinder 3, 3' mit jeweiligen Kolbenpaaren 1, 2 bzw. 1', 2' über ein entsprechendes Rohrsystem 201, 201', 202, 202', 203, 203' und 204, 204' über einen Erhitzer 300, einen Kühler 400 und einen Regenerator bzw. Wärmetauscher 200 miteinander gekoppelt sind.

Zu Beginn eines Arbeitszyklus strömt von dem Erhitzer 300 erhitztes Arbeitsgas über das Rohrsystem 202, 202' in die Einlaßöffnungen 130, 130' des Zylinders 3. Das heiße Arbeitsgas strömt anschließend in den Zwischenraum zwischen den Kolben 1, 2, wodurch diese Kolben auseinandergedrückt werden. Dadurch wird der Zwischenraum zwischen den Kolbenflächen der Kolben 1, 2, die sich in der Nachbarschaft der Auslaßöffnungen 140, 140' des Zylinders 3 befinden, zusammengedrückt, so daß das dort befindliche Arbeitsgas über das Rohrsystem 203, 203' entweicht. Über das Rohrsystem 203, 203' gelangt das aus dem Zylinder 3 ausgetretene Arbeitsgas über einen Wärmetauscher 200, an den es seine Wärme abgibt, über einen Kühler 400, an dem es weiter abgekühlt wird, in das Rohrsystem 204, 204' des Zylinders 3'.

Von dem Rohrsystem 204, 204' gelangt das nunmehr abgekühlte Arbeitsgas über die Einlaßöffnungen 131, 131' des Zylinders 3' in die in der Nachbarschaft dieser Einlaßöffnungen befindlichen Zwischenräume zwischen den Kolben 1' und 2', wobei diese Kolbenzwischenräume vergrößert werden, und die Zwischenräume, die an die jeweils gegenüberliegenden Kolbenflächen der Kolben 1', 2' angrenzen, verkleinert werden, so daß das sich dort befindliche Arbeitsgas über die Auslaßöffnungen 141, 141' aus dem Zylinder 3' in das Rohrsystem 201, 201' gepreßt wird. Über das Rohrsystem 201, 201' strömt dieses Arbeitsgas weiter durch den Regenerator bzw. Wärmetauscher 200, wo es Wärme von demjenigen Arbeitsgas aufnimmt, das aus dem Rohrsystem 203, 203' durch den Wärmetauscher 200 strömt.

Nach Austritt aus dem Wärmetauscher 200 fließt das aus dem Rohrsystem 201, 201' stammende, nunmehr erwärmte Arbeitsgas weiter durch einen Erhitzer 300, in dem es weiter aufgeheizt wird. Von dort fließt es in das Rohrsystem 202, 202', von wo sich der Zyklus wiederholt.

Bei dem in Fig. 4 und 4a dargestellten erfindungsgemäßen Stirlingmotor sind zwei Zylinder 3, 3' über ein entsprechendes Rohrsystem über zwei Erhitzer 300 bzw. 300', zwei Regeneratoren bzw. Wärmetauscher 200, 200' und zwei Kühler 400 bzw. 400' miteinander gekoppelt.

Zu Beginn eines Rotationszyklus dieses Motors strömt von den jeweiligen Erhitzern 300, 300' aufgeheiztes Arbeitsgas über die jeweiligen Rohre 202, 202' in die Einlaßöffnungen 130, 130' des Zylinders 3. Über die Einlaßöffnungen 130, 130' tritt das heiße Arbeitsgas in die darunter befindlichen Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 ein, und drückt diese Kolben auseinander. Dadurch werden die durch die jeweils gegenüberliegenden Kolbenflächen 10, 20 gebildeten Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 zusammengedrückt, und das sich dort befindliche Arbeitsgas wird über die Auslaßöffnungen 140, 140' in die jeweiligen Rohre 203, 203' gedrückt.

Das in das Rohr 203 gedrückte Arbeitsgas gelangt in Folge über den Regenerator 200 und den Kühler 400 in das Rohr 204, das in die Einlaßöffnung 131 des Zylinders 3' mündet, und das in das Rohr 203' gedrückte Arbeitsgas gelangt über den Regenerator 200' und den Kühler 400' in das Rohr 204', das in die Einlaßöffnung 131' mündet. Das in die Einlaßöffnung 131 des Zylinders 3' eintretende Arbeitsgas hat somit einen Teil seiner Wärme an den Regenerator 200 abgegeben und ist anschließend vom Kühler 400 weiter abgekühlt worden, so daß es an der Einlaßöffnung 131 mit einer gegenüber dem Rohr 203 stark erniedrigten Temperatur vorliegt.

Das an der Einlaßöffnung 131' anliegende Arbeitsgas hat einen Großteil seiner Wärme an den Regenerator 200' abgegeben und ist anschließend von dem Kühler 400' weiter abgekühlt worden, so daß es an der Einlaßöffnung 131' des Zylinders 3' gegenüber dem Rohr 203' in stark abgekühlter Form vorliegt. Über die Einlaßöffnungen 131, 131' des Zylinders 3' tritt somit kaltes Arbeitsgas in die unterhalb dieser Einlaßöffnungen befindlichen Zwischenräume zwischen den Kolben 1' und 2', wobei die Zwischenräume zwischen diesen Kolben vergrößert werden und die jeweils durch die gegenüberliegenden Kolbenflächen 10', 20' der Kolben 1', 2' gebildeten Zwischenräume, die sich unterhalb der Auslaßöffnungen 141, 141' des Zylinders 3' befinden, verkleinert werden. Durch das Zusammendrücken dieser Kolbenzwischenräume werden die sich darin befindlichen Arbeitsgase über die Auslaßöffnungen 141, 141' in das Rohr 201 bzw. in das Rohr 201' gedrückt.

Das sich in dem Rohr 201 befindliche Arbeitsgas wird zuerst von dem Regenerator 200 vorgewärmt und anschließend von dem Erhitzer 300 aufgeheizt, von wo es in das Rohr 202 gelangt. Das in dem Rohr 201' befindliche Arbeitsgas wird von dem Regenerator 200' vorgewärmt und anschließend von dem Erhitzer 300' aufgeheizt, von wo es in das Rohr 202' gelangt. In Folge wiederholt sich der oben geschilderte Zyklus.

Der Betriebsablauf erfolgt bei den in Fig. 1 sowie 1a und Fig. 4 sowie 4a dargestellten erfindungsgemäßen Motorvorrichtungen in identischer Weise. Prinzipiell durchläuft das in dem Rohrsystem und den Zylindern befindliche Arbeitsgas dabei vier Zustandsänderungen, die durch entsprechende Arbeitszyklen der Kolben der Zylinder 3, 3' vorgegeben sind.

In einem ersten Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors wird in den jeweiligen Zwischenräumen zwischen den Kolben 1, 2, 1', 2' der Zylinder 3, 3' Arbeitsgas durch eine Aufeinanderzubewegung der jeweiligen Kolben komprimiert und erfährt dabei eine polytrope (adiabatische) Temperaturerhöhung.

In einem zweiten Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors wird das so erhitzte Arbeitsgas, das über die Auslaßöffnung 141 des Zylinders 3' in das Rohr 201 bzw. über die Auslaßöffnung 141' des Zylinders 3' in das Rohr 201' gedrückt worden ist, von den Regeneratoren 200' bzw. 200 und den Erhitzern 300' bzw. 300 weiter aufgeheizt, wodurch der

in dem Arbeitsgas vorherrschende Druck weiter gesteigert wird. In dem Rohr 202 hinter dem Erhitzer 300 bzw. in dem Rohr 202' hinter dem Erhitzer 300' herrscht deshalb ein insgesamt maximaler Druck des Arbeitsgases in dem gesamten Rohrsystem.

Durch die Einlaßöffnungen 130, 130' tritt deshalb unter hohem Druck stehendes Arbeitsgas in den Zylinder 3 ein und gelangt zwischen entsprechende Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 und drückt diese Kolben mit hohem Druck auseinander. Dies entspricht einem dritten Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors. Die Wärmeenergie des Arbeitsgases wird in diesem Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors durch ein Auseinanderdrücken der Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 des Zylinders 3 in Rotationsenergie dieser Kolben umgewandelt. Das Arbeitsgas kühlt dabei in einer dritten Zustandsänderung adiabatisch ab.

In einem vierten Arbeitszyklus des erfindungsgemäßen Motors wird das so entspannte Arbeitsgas über die Auslaßöffnungen 140, 140' aus dem Zylinder 3 herausgedrückt, indem die entsprechenden Zwischenräume zwischen den Kolben 1, 2 aufgrund einer Expansion der in Drehrichtung des Motors folgenden Zwischenräume zwischen diesen Kolben zusammengedrückt werden. Das Arbeitsgas erfährt daraufhin eine vierte Zustandsänderung, indem es von den Regeneratoren 200 und 200' und den Kühlern 400 und 400' weiter abgekühlt wird, so daß es in den Rohren 204 und 204' in einem stark abgekühlten Zustand vorliegt.

Mit dem Zeitpunkt des Eintritts in die Einlaßöffnungen 204' und 204 und nach Eintritt in die Einlaßöffnungen 204' und 204 wird das Arbeitsgas durch Kompression wieder erhitzt.

Der Zustand des Arbeitsgases, definiert durch seinen Druck und seine Temperatur, ist in der Tabelle 1 übersichtlich summarisch zusammengefaßt.

Für eine schnelle Wirkungsminde rung bzw. Wirkungserhöhung entsprechend einer Kraftminderung oder Krafterhöhung des erfindungsgemäßen Motors ist es möglich, zwischen einer heißen Leitung und einer kalten Leitung des erfindungsgemäßen Motors eine Überbrückungsleitung über ein Ventil zu aktivieren bzw. zu inaktivieren.

Fig. 2 und Fig. 5 zeigen eine schematische Darstellung der räumlichen Anordnung der Wellen 6, 7 bzw. 6', 7' bzw. Achsen der Zylinder 3, 3' und der Arbeitswelle 105 des erfindungsgemäßen Motors. Um einen zeitkorrekten Transport des Arbeitsgases von einem Zylinder zum anderen zu erreichen, bei dem der erfindungsgemäße Motor eine Arbeitsleistung liefert, sind die Achsen der beiden Zylinder so angeordnet, daß sie mit der Achse der Arbeitswelle, von der die Motorleistung abnehmbar ist, ein gleichschenkliges Dreieck bilden, wobei der Winkel zwischen den Katheten ca. 135° beträgt und der Winkel der Hypothenuse zu einer Kathete ca. 22,5° beträgt.

Patentansprüche

1. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung (100), mit einer Einheit mit zwei gegeneinander beweglich gelagerten Kolben (1, 2), die in jeweils einem Zylinder (3) drehbar gelagert sind, wobei die Symmetrieachsen (4, 5) der Kolben (1, 2) und des Zylinders (3) kollinear verlaufen und die Kolben (1, 2) so gelagert sind, daß sie gegeneinander beweglich sind, wobei eine Mehrzahl wirksamer Hubräume (8, 9, 11, 12) zwischen jeweils zwei radialen Grenzflächen (10, 20) der beiden jeweiligen Kolben (1, 2) ausgebildet ist, die bei Betrieb des Motors (100) mit Bezug aufeinander eine Schwingbewegung ausführen, und eine Einrichtung (110) vor-

gesehen ist, die bewirkt, daß der Schwingbewegung eine Kreisbewegung beider Kolben (1, 2) überlagert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei Einheiten vorgesehen sind und die Einheiten so angeordnet sind, daß ein Teil der Einrichtung (110), von dem die Drehkraft des Kreiskolbenmotors (100) abnehmbar ist, von beiden Einheiten betrieben ist, und eine Heizeinrichtung, eine Wärmespeichereinrichtung und eine Kühleinrichtung in Verbindung mit einem Rohrsystem vorgesehen sind, durch das Einlaßschlitze und Auslaßschlitze der Hubräume des mindestens einen Zylinders (3) der Einheiten miteinander verbunden sind.

2. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Einheit zwei Kolben mit jeweils zwei Kolbenflügeln vorgesehen sind, wobei zwischen den jeweiligen Grenzflächen der insgesamt vier Kolbenflügel vier Hubräume gebildet sind.

3. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Massen der Kolben (1, 2) durch Aussparungen und/oder Zusatzmassen an den Kolben (1, 2) und/oder den Zahnrädern 101 und 104 ausgeglichen werden.

4. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Einheit die Achse (6, 6') des einen Kolbens (1, 1') als Vollstange (6, 6') ausgebildet ist und die Achse (7, 7') des anderen Kolbens (2, 2') als Hohlstange (7, 7') ausgebildet ist, deren lichter Durchmesser so bemessen ist, daß die Vollstange (6, 6') in ihr kollinear ausgerichtet beweglich gelagert ist.

5. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Bewirken einer der Schwingbewegung der Kolben (1, 2) überlagerten Kreisbewegung sechs ovale Zahnräder (101, 102, 101', 102', 103, 104) aufweist, deren Hauptachsen (111, 112, 111', 112', 113, 114) jeweils paarweise senkrecht aufeinanderstehend angeordnet sind.

6. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (7) des anderen Kolbens (2) mit einem ersten ovalen Zahnrad (101) verbunden ist und die Achse (6) des einen Kolbens (1) mit einem zweiten ovalen Zahnrad (104) verbunden ist, wobei diese ovalen Zahnräder (101, 104) kollinear hintereinander angeordnet sind und die Hauptachsen (111, 114) dieser ovalen Zahnräder (101, 104) senkrecht aufeinander stehen.

7. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (7') des anderen Kolbens (2') mit einem ersten ovalen Zahnrad (101') verbunden ist und die Achse (6') des einen Kolbens (1') mit einem zweiten ovalen Zahnrad (104') verbunden ist, wobei diese ovalen Zahnräder (101', 104') kollinear hintereinander angeordnet sind und die Hauptachsen (111', 114') dieser ovalen Zahnräder (101', 104') senkrecht aufeinander stehen.

8. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das erste (101) und zweite (104) ovale Zahnrad über ein drittes (102) und viertes (103) ovales Zahnrad miteinander verbunden sind, die kollinear hintereinander auf einer Achse (5) angeordnet sind und deren Hauptachsen (112, 113) senkrecht aufeinander stehen.

9. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach An-

spruch 7, gekennzeichnet, daß das erste (101') und zweite (104') ovale Zahnrad über ein drittes (102) und viertes (103) ovales Zahnrad miteinander verbunden sind, die kollinear hintereinander auf einer Achse (5) angeordnet sind und deren Hauptachsen (112, 113) senkrecht aufeinander stehen.

10. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzflächen (10, 20) der Kolben (1, 2) gradlinig ausgebildet sind derart, daß zwischen benachbarten Teilen sich gegenüberstehender Grenzflächen (10, 20) der Kolben jeweils gleiche Abstände vorgegeben sind.

11. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Winkelposition der Einlaßöffnungen 130, 130' bzw. 131, 131' so vorgesehen ist, daß sie jeweils mit der Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen (10, 20, 10', 20') der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel (60, 60', 70, 70') gebildet ist, so daß eine zeitlich korrekte Füllung der Arbeitskammern bewirkt wird.

12. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Winkelposition der Auslaßöffnungen 140, 140' bzw. 141, 141' so vorgesehen ist, daß sie jeweils mit der Position des jeweiligen Arbeitsraumes übereinstimmt, der durch die jeweiligen Grenzflächen (10, 20, 10', 20') der betreffenden Abschnitte der Kolbenflügel (60, 60', 70, 70') gebildet ist, so daß eine zeitlich korrekte Entleerung der Arbeitskammern bewirkt wird.

13. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die vier gegeneinander beweglich gelagerte Kolben (1, 2, 1', 2') in zwei unterschiedlichen Zylindern (3, 3') drehbar gelagert sind.

14. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Rohrverbindungen zwischen den Hubräumen als Zweikreisssystem ausgebildet ist.

15. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißleitung und die Kaltleitung des Rohrsystems getrennt ausgeführt sind.

16. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor ohne zusätzliche Bauteile das Bauschema eines ventilsteuerten Stirlingmotors aufweist.

17. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Arbeitsgas in einem jeweiligen Rohrabschnitt immer die gleiche Flußrichtung einnimmt.

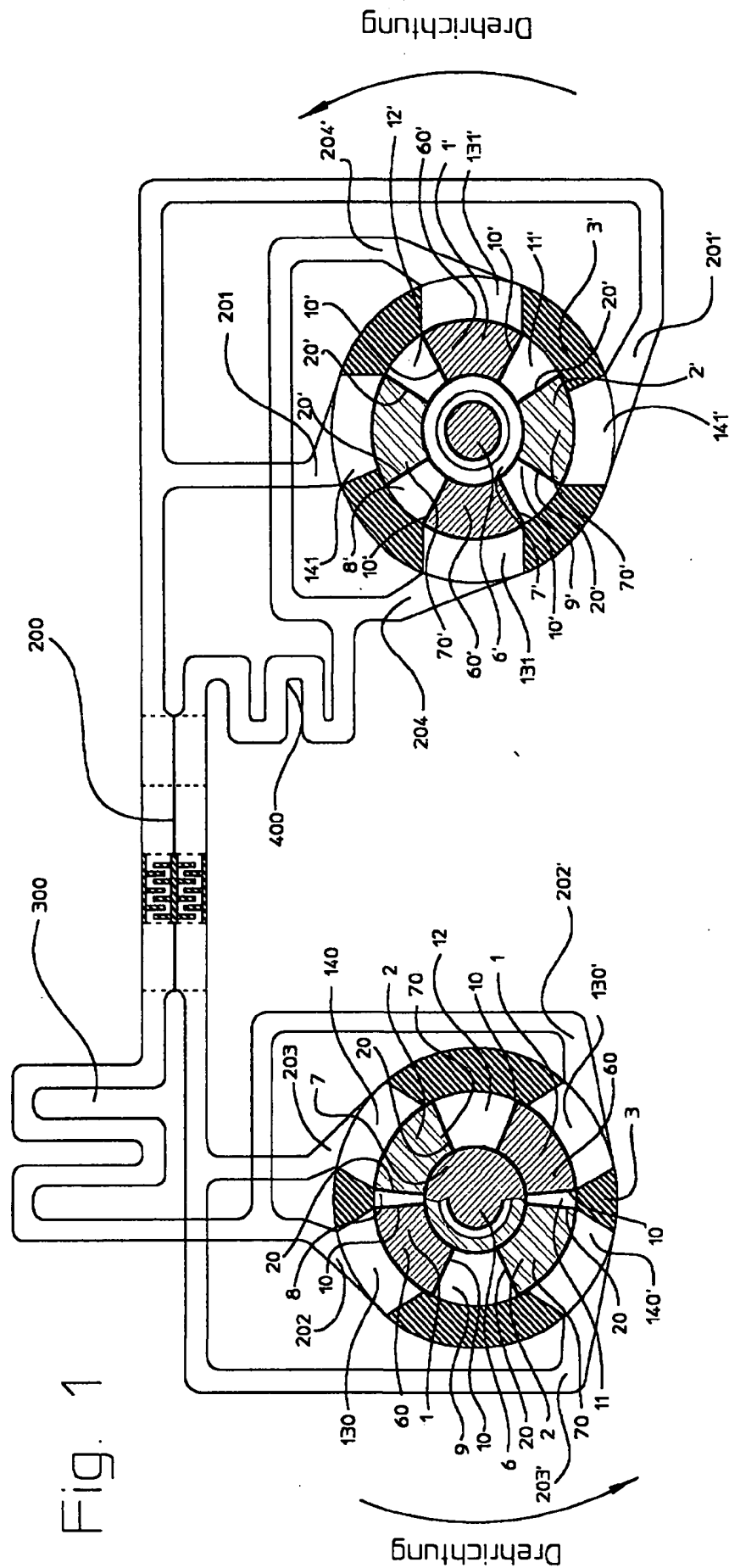
18. Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zweck einer schnellen Wirkungs-minderung bzw. Wirkungserhöhung entsprechend einer Kraftminderung oder Krafteerhöhung des Motors zwischen einer heißen Leitung und einer kalten Leitung des Motors eine Überbrückungsleitung vorgesehen ist, die über eine Ventileinrichtung aktivierbar bzw. inaktivierbar ist.

19. Verwendung einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche unter Zuführung von mechanischer Energie als Wärmepumpe.

20. Verwendung einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche unter Zuführung von mechanischer Energie als Kältemaschine.

21. Verwendung einer Kreiskolben-Wärmemotor-Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Vuilleumiermaschine.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen



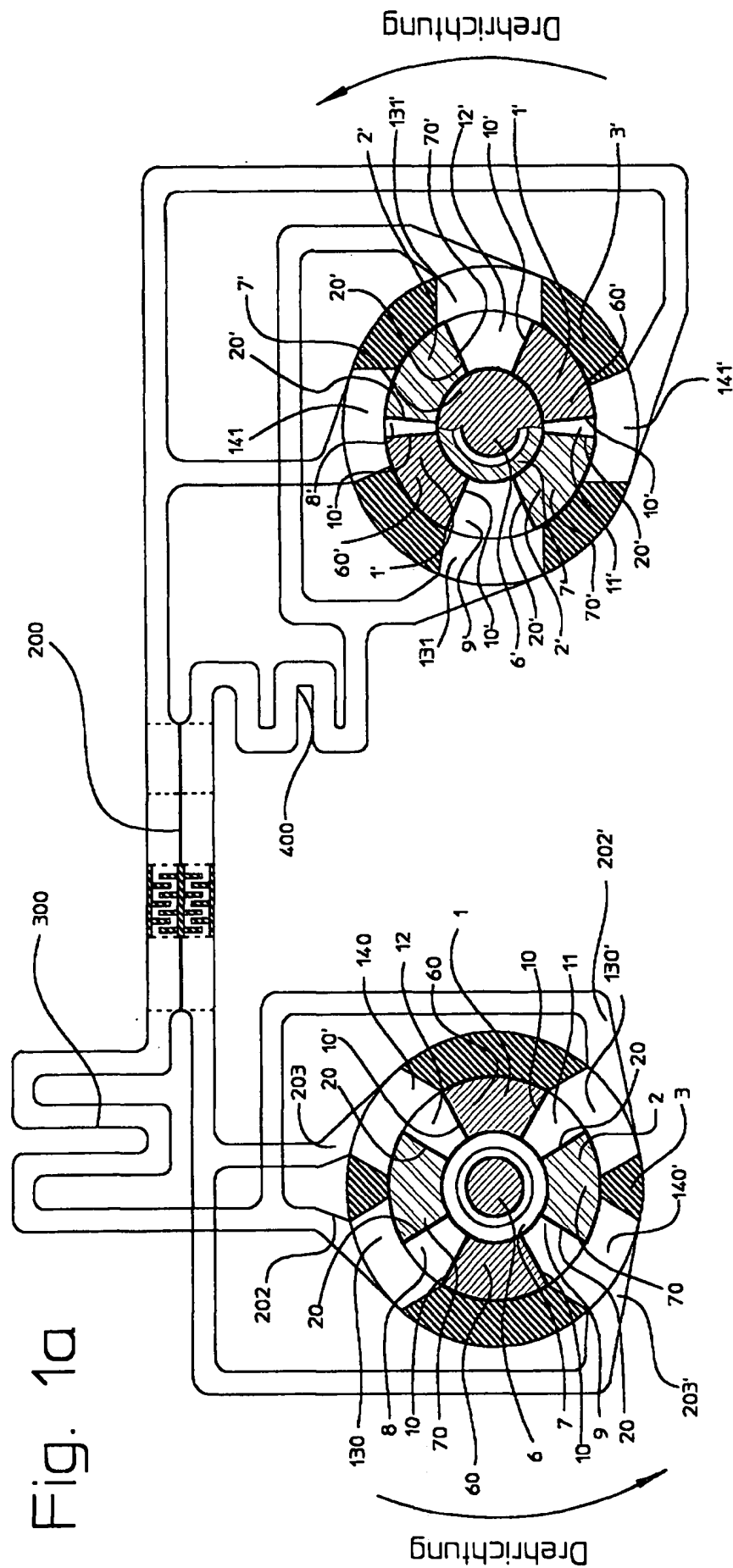


Fig. 2

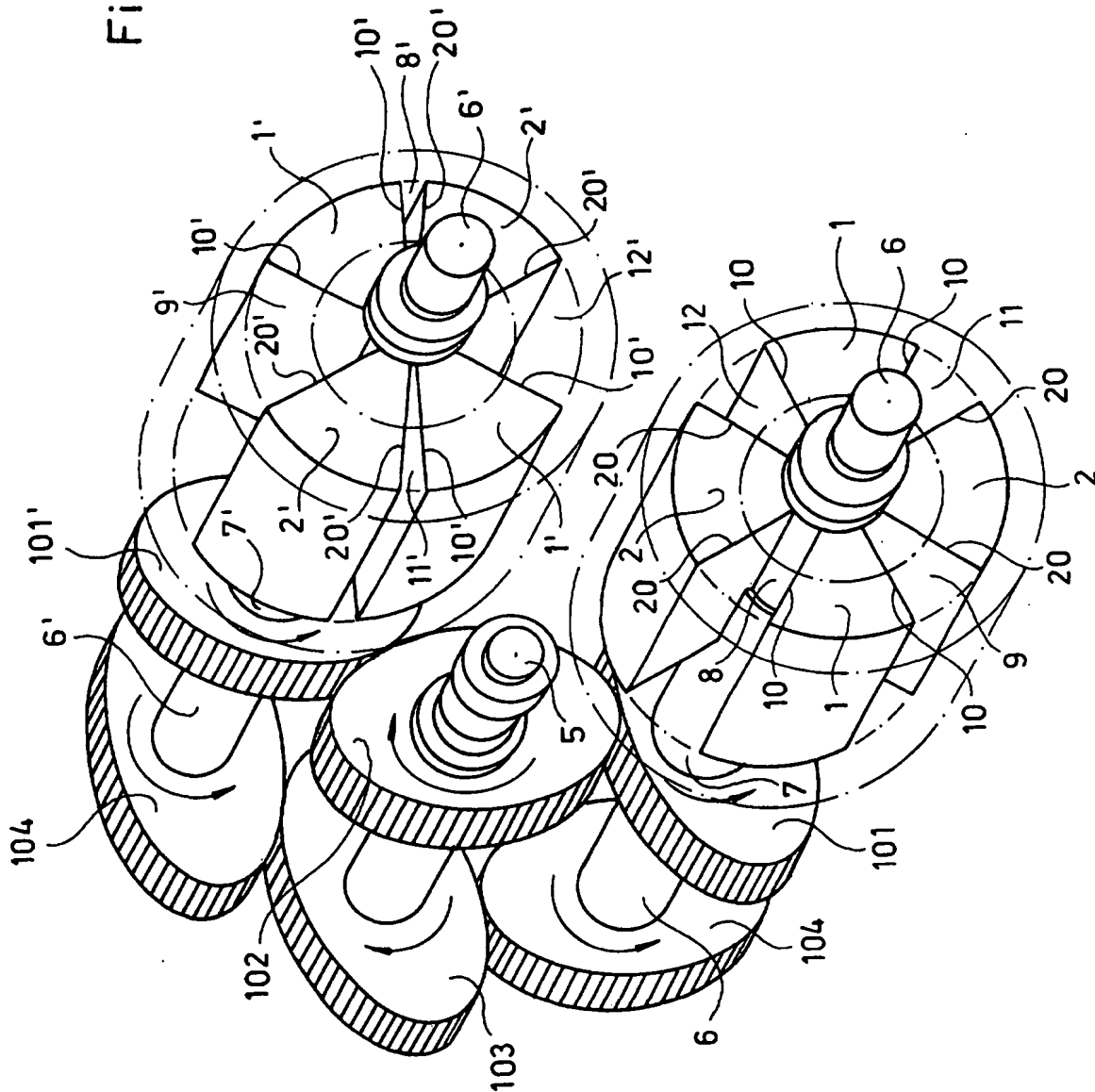


Fig. 2a

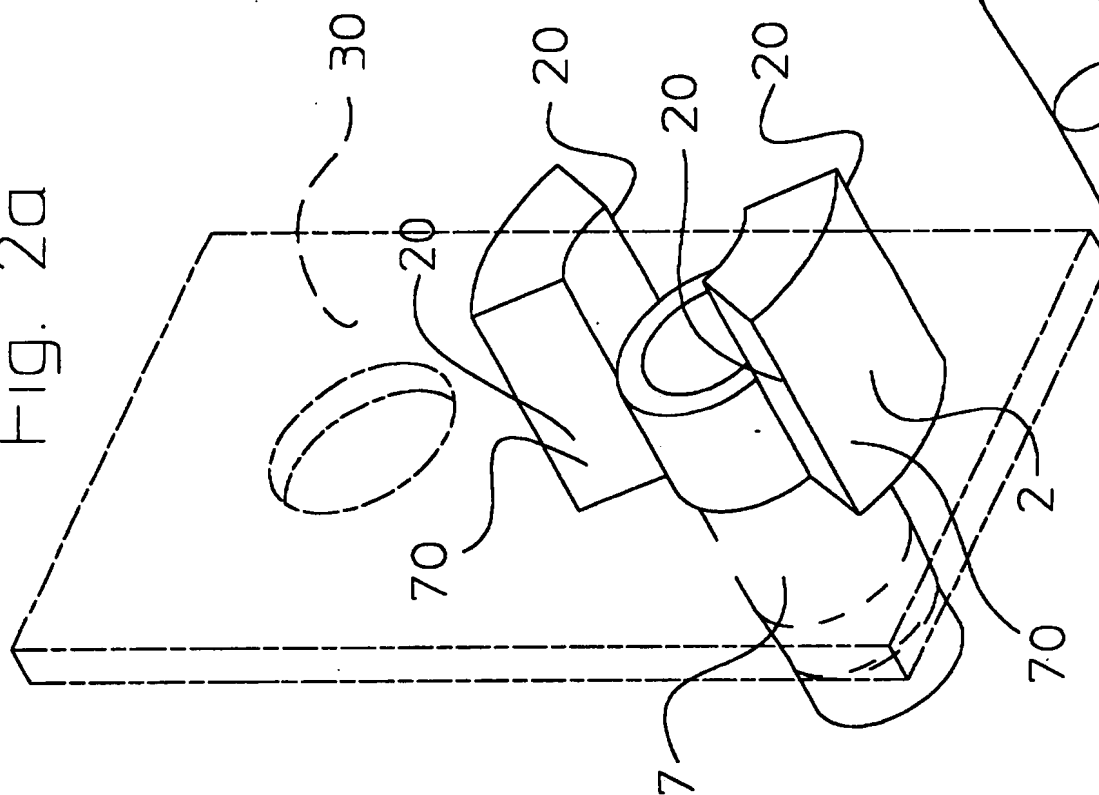
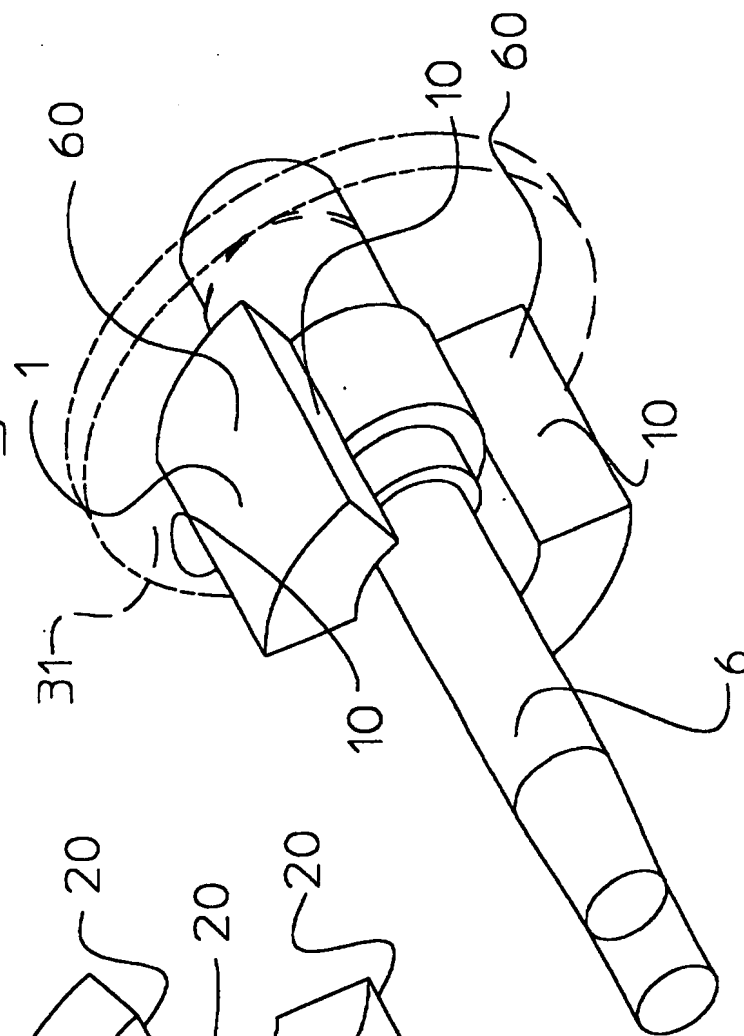


Fig. 2b



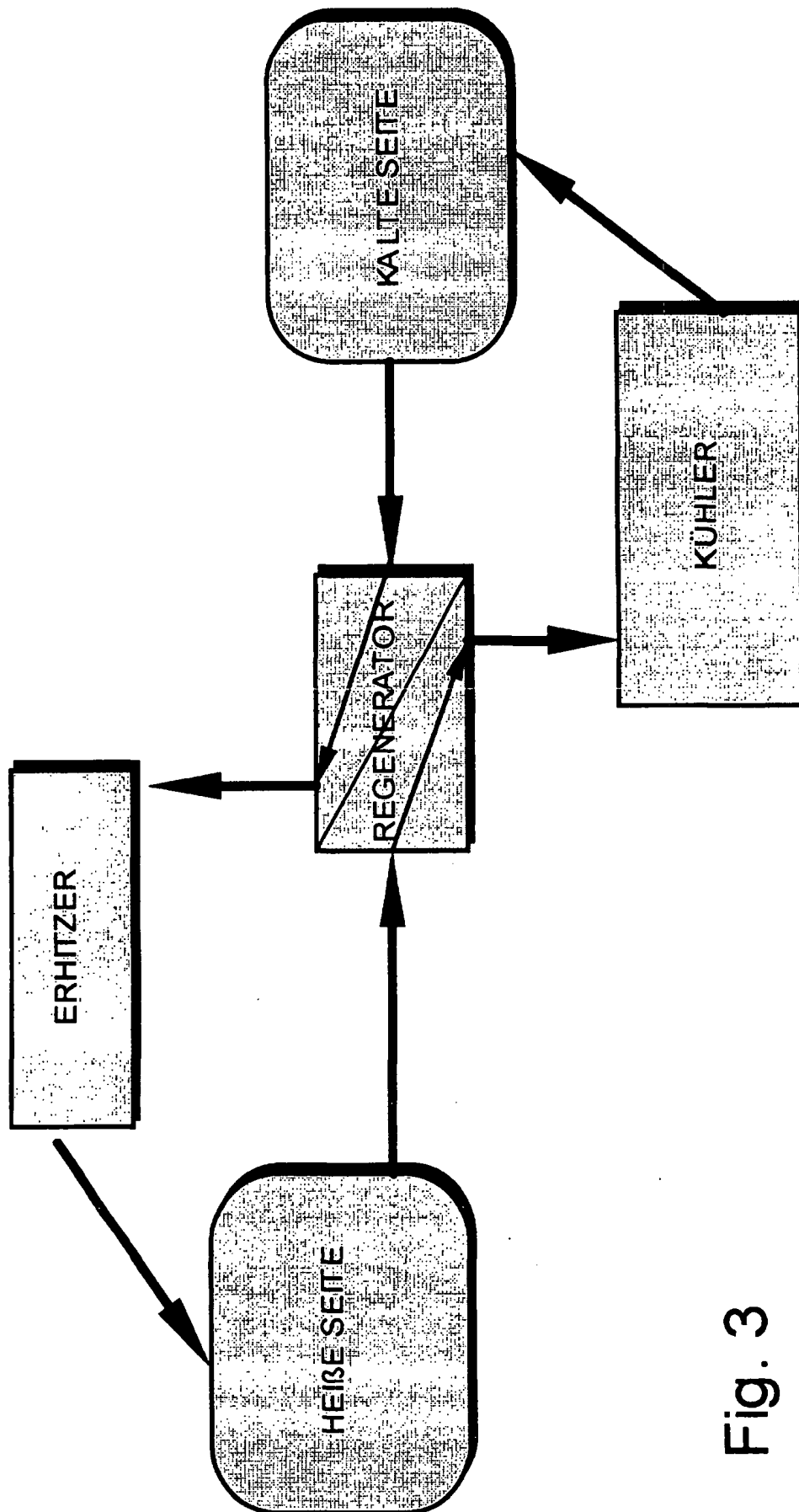


Fig. 3

Fig. 4

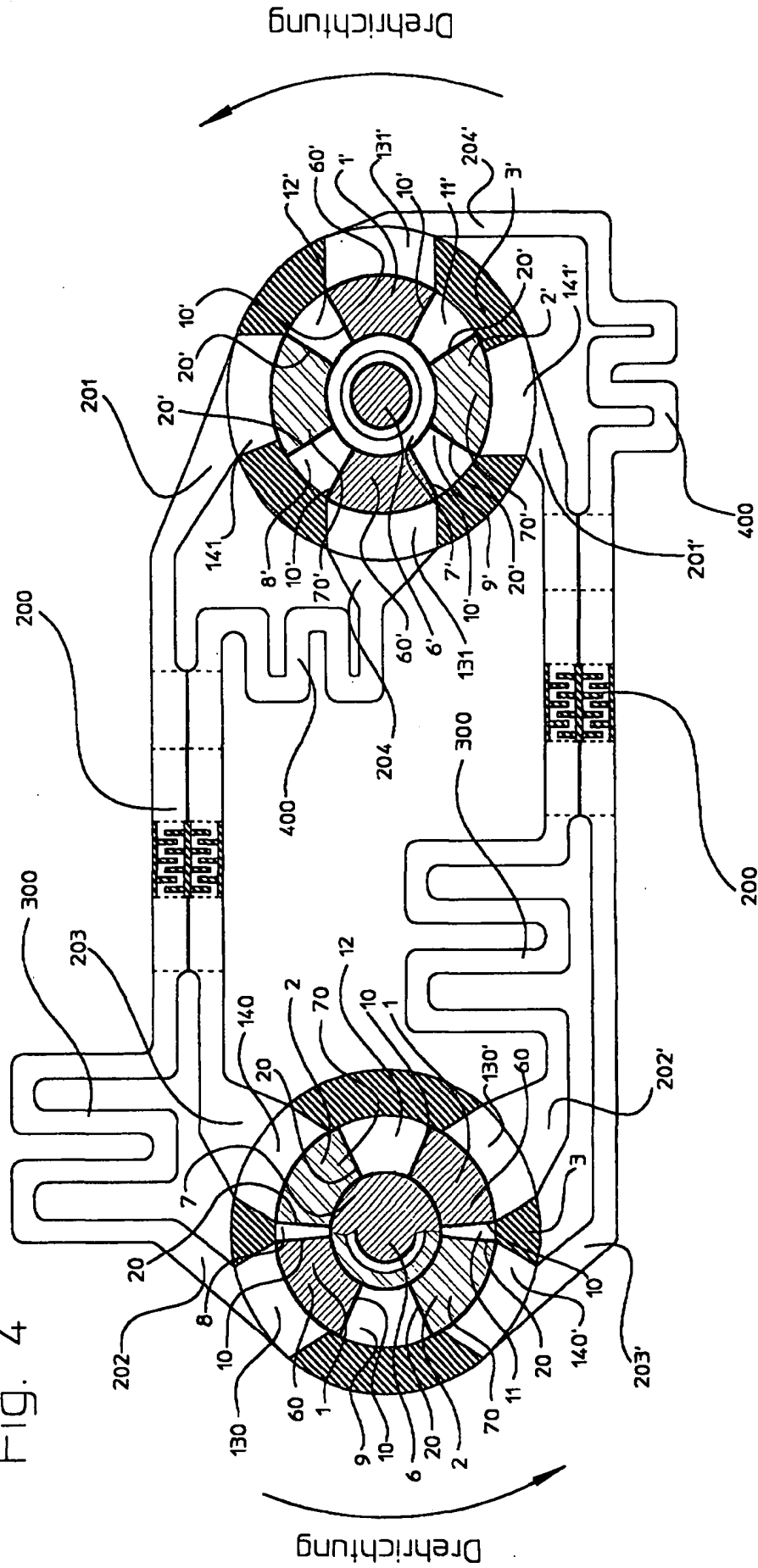


Fig. 4a

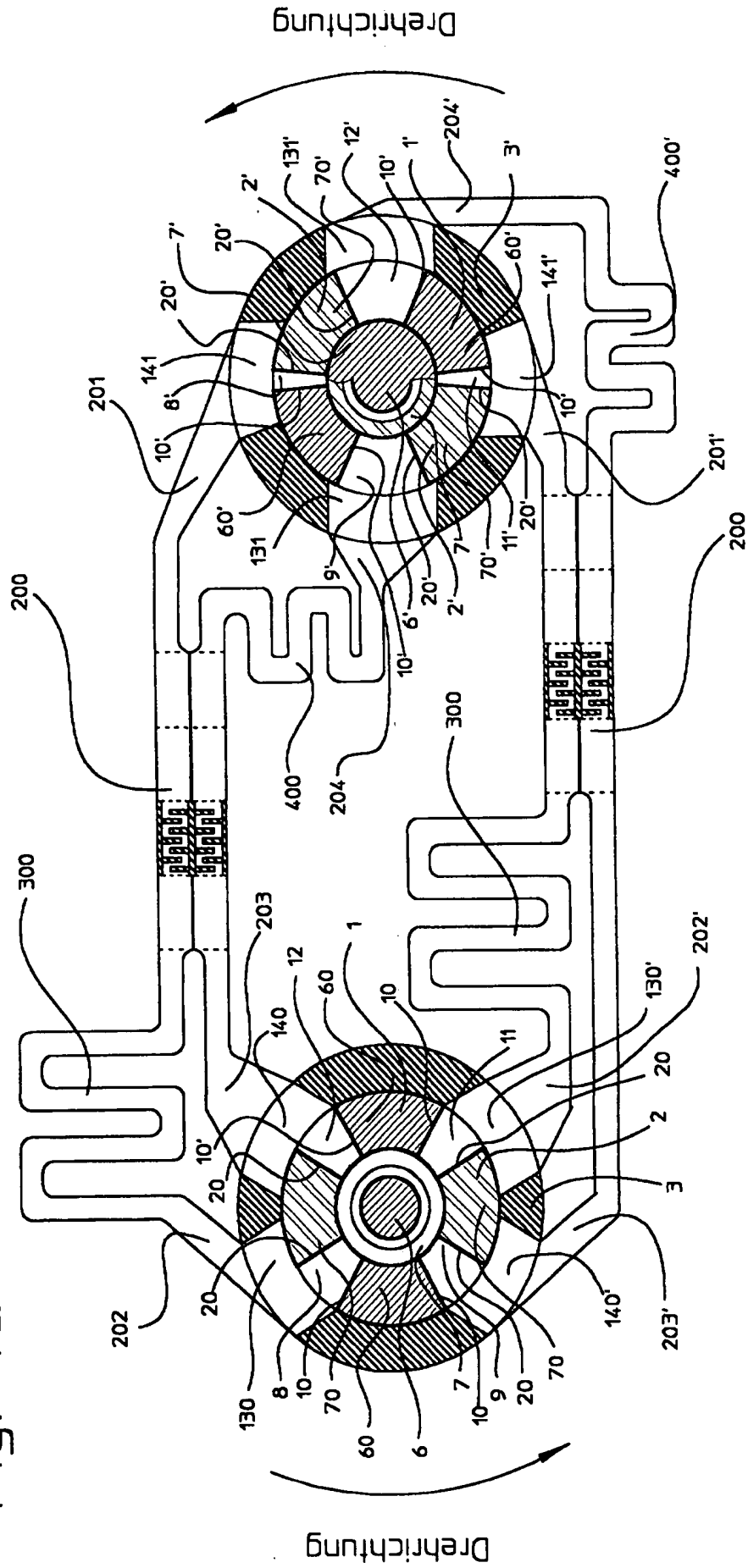


Fig. 5

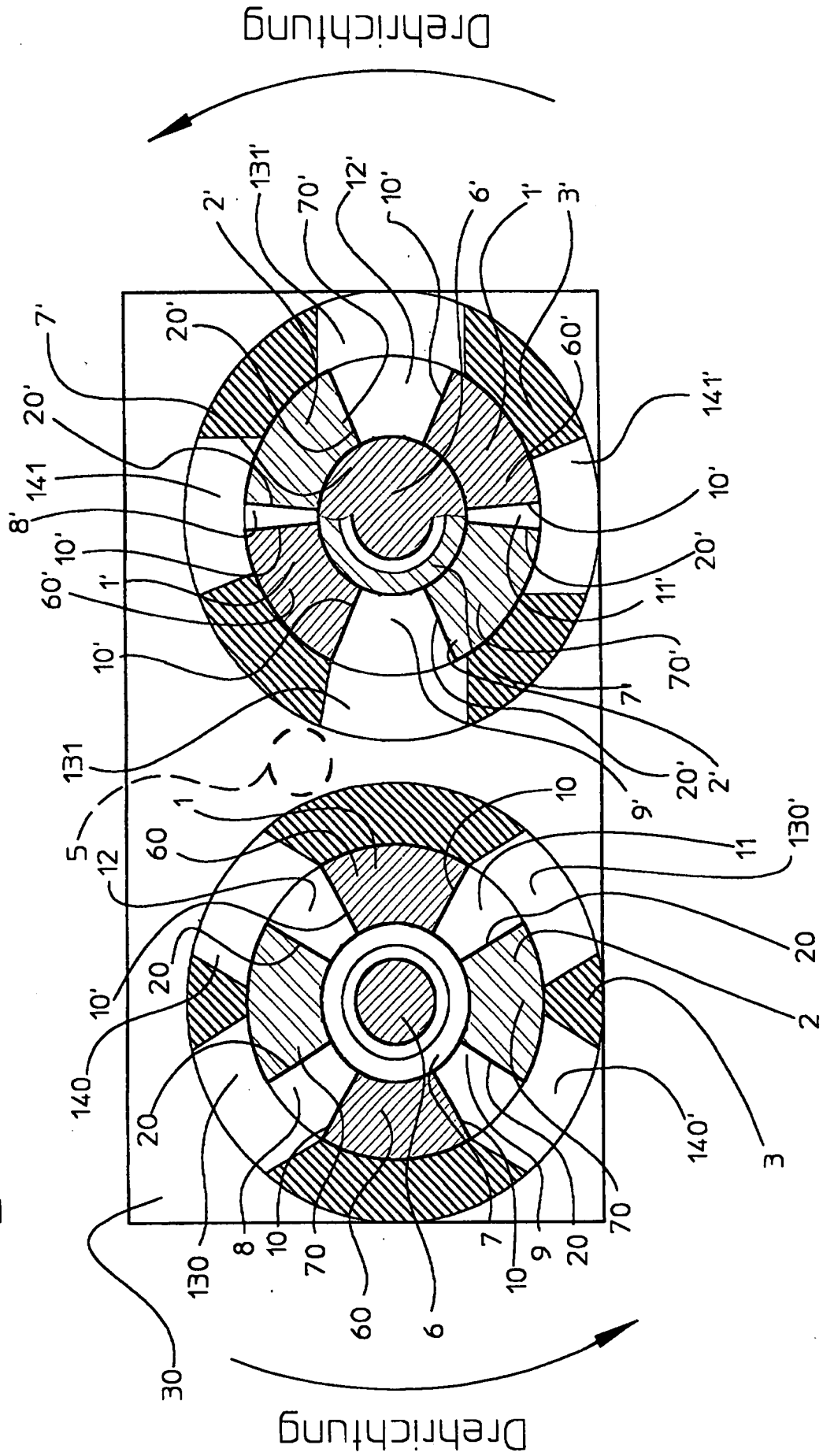
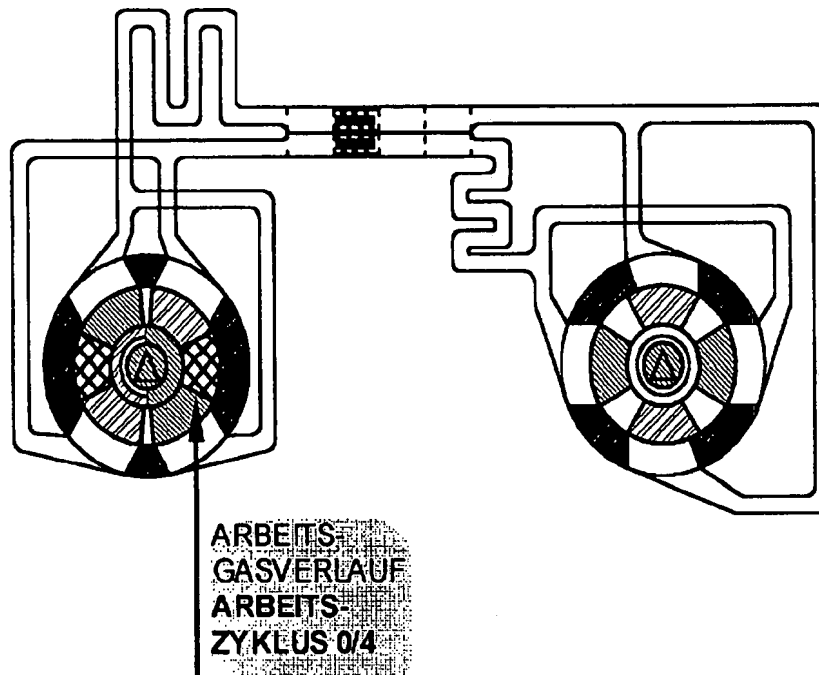


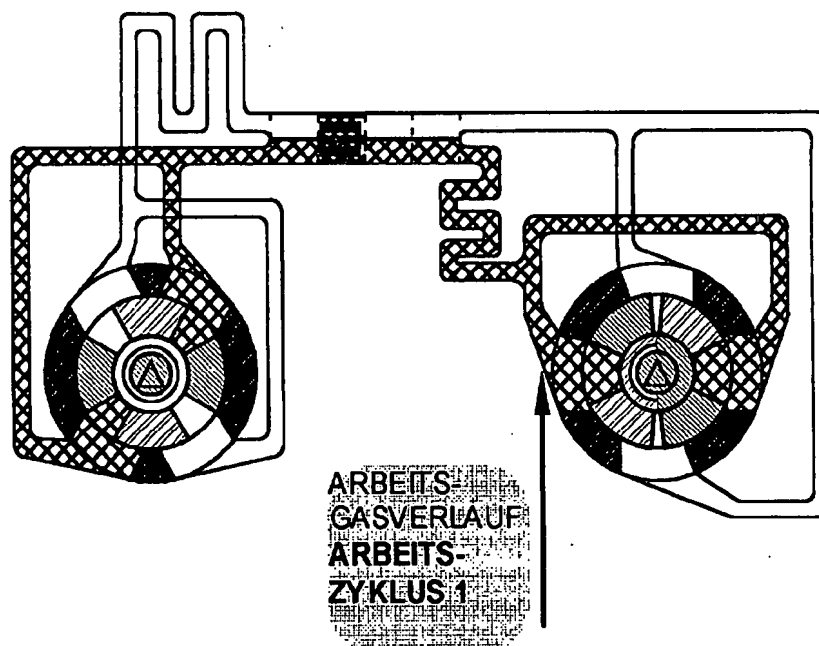
Fig. 6		Regenerator		Reg =		Zyl =		AG =		Zylinder		Arbeitsgas		HUBRAUME		ARBEITSGAS	
		RAUM		GESAMTE S		VOLUMEN		DRUCK		SCHLITZE		Temperatur		ZYL. 100		ZYL. 101	
0	1	Expandiertes AG ist in Zylinder 3		1		groß		gering		0		mittel		groß		mittel	
	1-2	AG wird durch Reg und Kühler gepresst (von Zyl. 3 nach Zyl. 3')				gleichbleibend		verringert sich		140 ▼ 131		isochore Temperaturverringern		verringert sich		vergrößert sich	
1	2	Expandiertes AG ist jeweils zur Hälfte in den Zyl. 3/3'		1 und 2		groß		sehr gering		140 ▼ 131		gering		mittel		groß	
	2-3	AG wird ganz in Zyl. 3' gepresst und vorkomprimiert				verringert sich		vergrößert sich		140 ▼ 131		adiabolsche Temperatursteigerung		verringert sich		verringert sich	
2	3	AG ist in Zyl. 3' (vorkomprimiert)		2		gering		mittel		0		mittel		0		mittel	
	3-4	Zyl. 3' nach Zyl 3 (durch Reg. und Erhitzer)				gleichbleibend		vergrößert sich		141 ▼ 130		isochore Temperatursteigerung		vergrößert sich		verringert sich	
3	4	Rohrverbindung 141 130 bleibt bestehen. Das AG drückt beide Hubräume auseinander		3		gering		höchstes Druckniveau		141 130		höchstes Temperaturniveau		mittel		0	
	4-1	AG expandiert, der größte Teil bleibt in Zyl. 3 => Arbeitstakt				vergrößert sich		verringert sich		140 ▼ 130 130		adiabolsche Temperaturverringern		vergrößert sich		vergrößert sich	
4	1	Expandiertes AG ist in Raum 1 (Zyl. 3)		1		groß		gering		0		mittel		groß		mittel	

Anlagen zur Tabelle

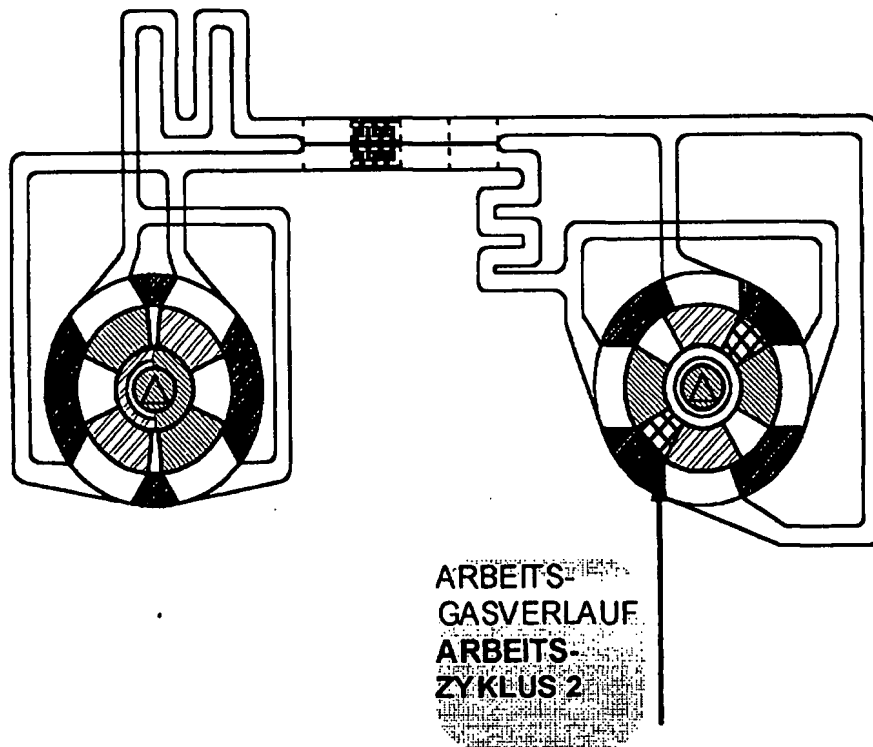
Anlage 1



Anlage 2



Anlage 3



Anlage 4

